

11 整车仿真	234
11.1 整车装配模型	234
11.2 整车仿真	235
11.3 后处理曲线读取	237
11.4 动画演示	237
11.4 录制动画演示	241
11.5 整车仿真调试	241
附例	242

《整车仿真分析篇》

11 整车仿真

在 Adams/Car 环境下进行整车动力学仿真必须包含的子系统有：

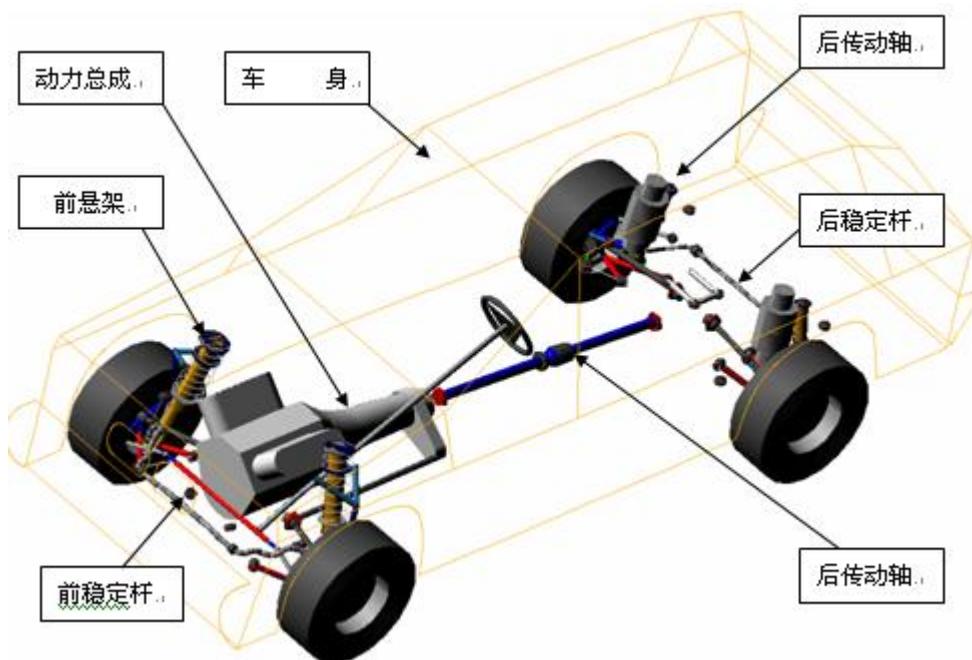
前/后悬架

转向系统

前/后轮胎

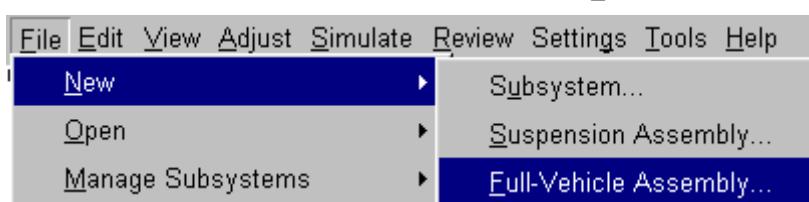
车身

此外 Adams/Car 还会包含一个 Test Rig (测试台)。在开环 (Open-loop)、闭环 (Close-loop) 和准静态分析 (Quasi-static) 中必须选择._MDI_SD1_TESTRIG。用户可以在整车模型中包含其它的子系统，如制动子系统、动力系统等。

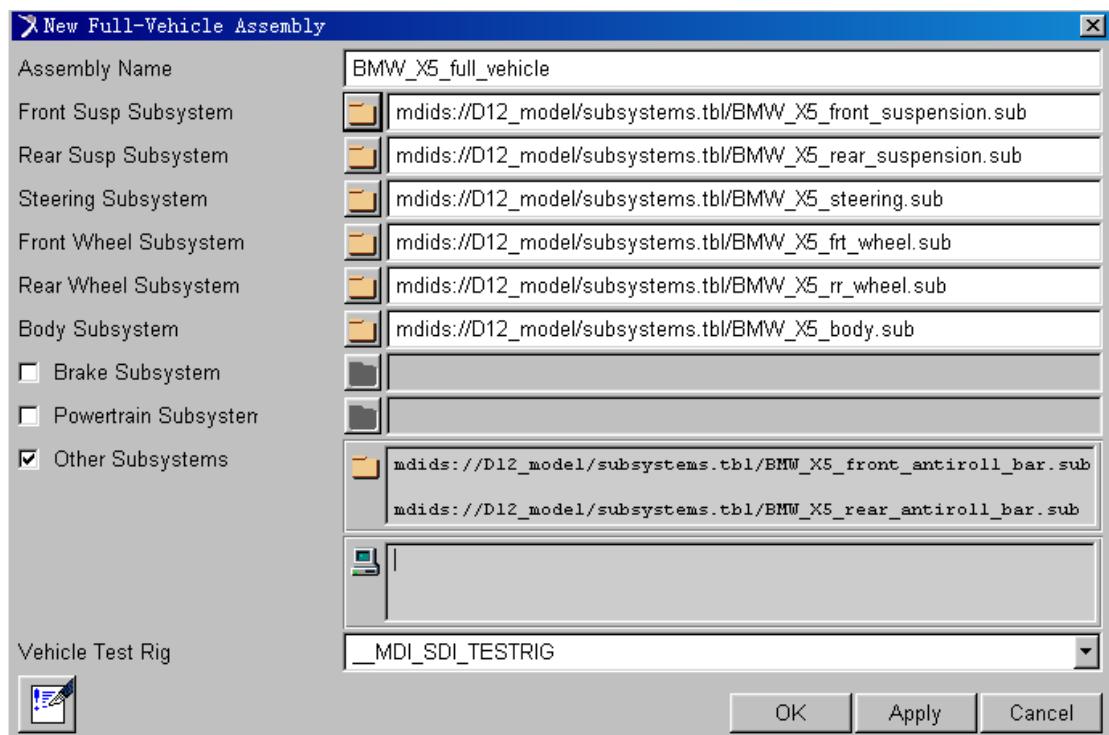


11.1 整车装配模型

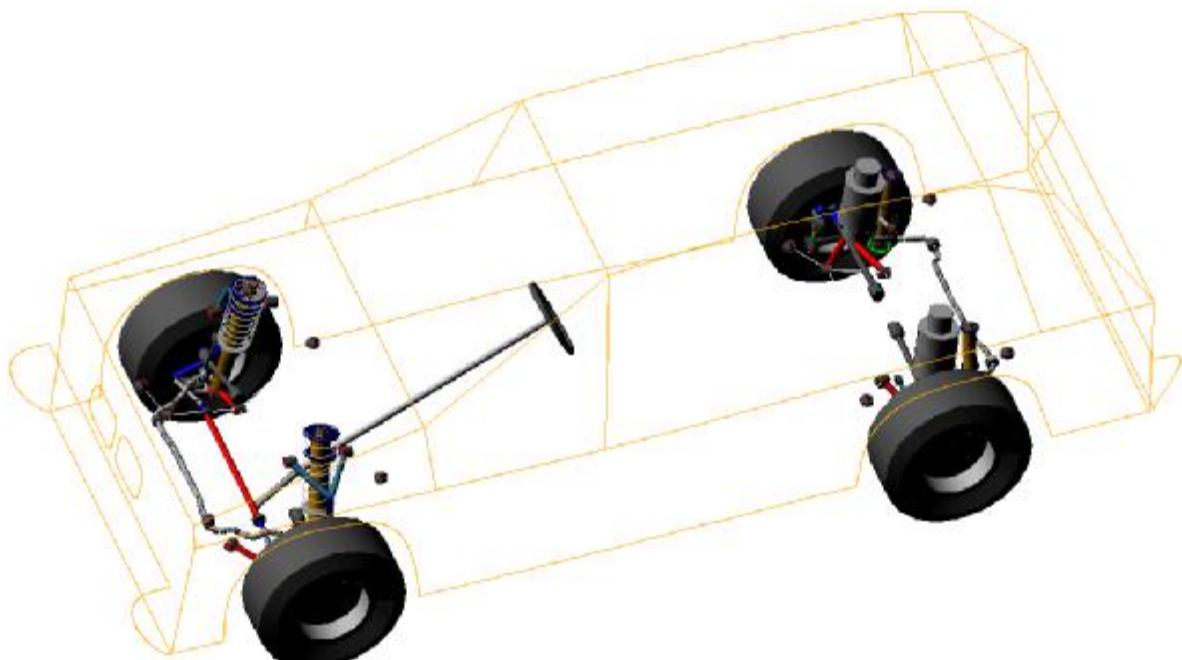
在 Standard Interface 界面菜单里选择 File>New>Full_Vehicle Assembly。



在出现的对话框里输入自己取的整车装配体名称，在各个子系统栏目里右击鼠标，在自己的数据库里找到相应的各个子系统：



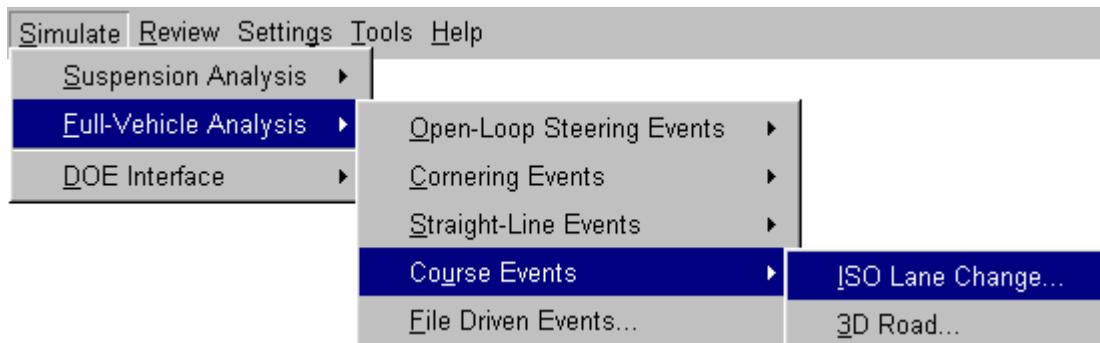
点击 OK, 如图所示:



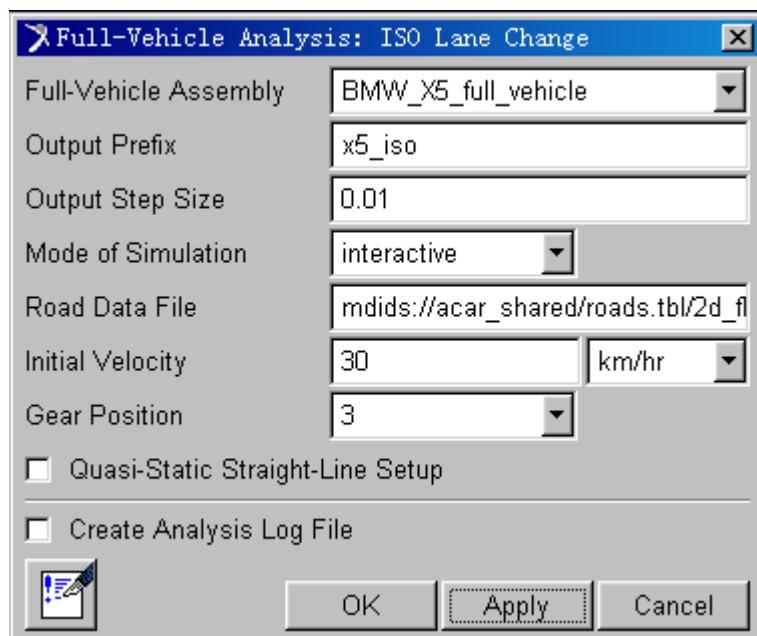
本例分析以双移线仿真为例，没有添加动力总成部分。

11.2 整车仿真

从菜单选择 Simulation>Full_Vehicle Analysis>Course Events>ISO_Lane_Change。



设定对话框如图所示：



点击 OK，如果运算成功的话信息窗口如下：

Message Window...

1.08000E+01	1.00000E-02	3283	1102	1
1.44000E+01	1.00000E-02	4363	1462	1
1.80000E+01	1.00000E-02	5443	1822	1
2.16000E+01	1.00000E-02	6523	2182	1
2.52000E+01	1.00000E-02	7603	2542	1
2.88000E+01	1.00000E-02	8683	2902	1
3.24000E+01	1.00000E-02	9763	3262	1

```

Maneuver 1 abort time (36.000000s) reached.
  started at time      : 0.000000
  ended at time       : 36.000000

SENSOR x5_iso_ilc.testrig.event_monitor_sensor has become active at time =
Reference event value = 1.0 .  Current sensed value = 1.0.

The maneuver is finished.

Enter Command:
!

Enter Command:
stop

Terminating ADAMS/Car usersubs...
ID = 1

ADAMS/Solver execution terminated by subprogram A3TERM

CPU time used = 110.02 seconds
Simulation is complete.

```

◀ ▶

Settings... Close

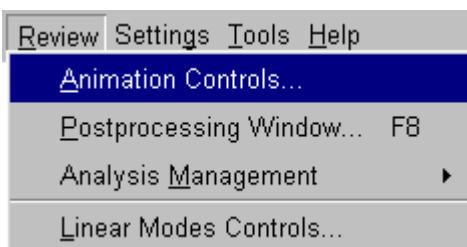
11.3 后处理曲线读取

方法和步骤请参照悬架分析篇

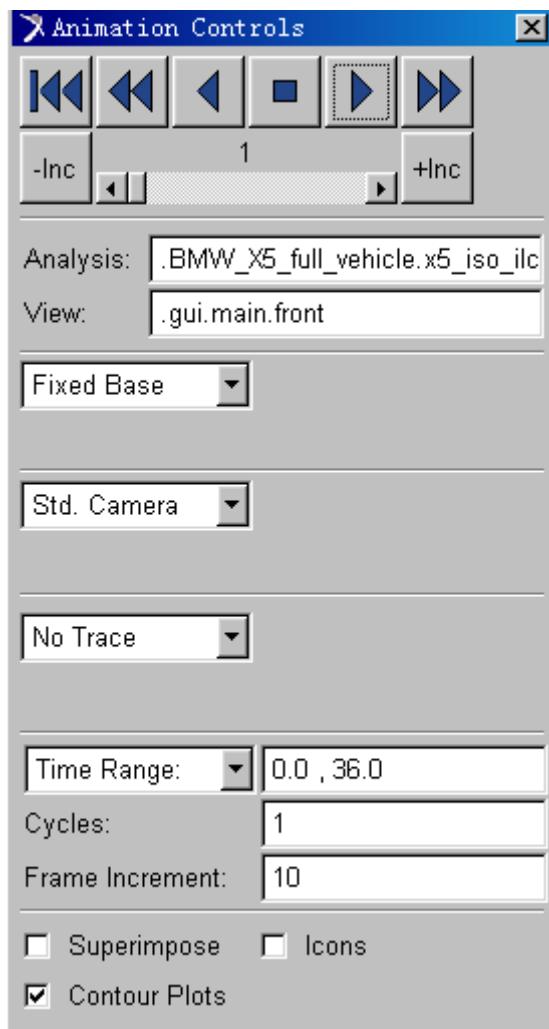
11.4 动画演示

动画演示有两种方式：

1) 从菜单选择 Review>Animation Controls



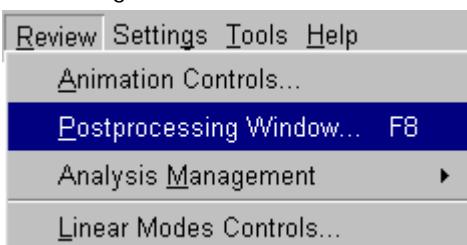
设定动画控制如下：



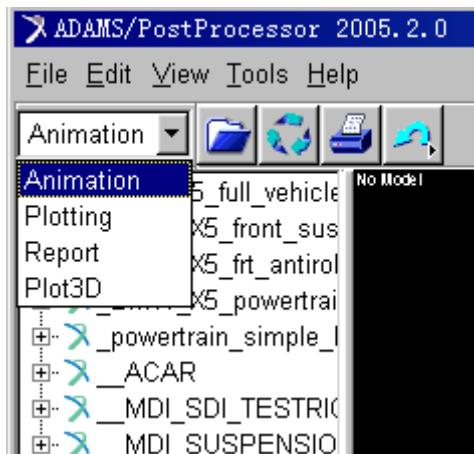
点击播放按钮 ，可以观看动画演示。

2) 从后处理窗口去看，并可以保存动画演示为*.avi 格式视频。

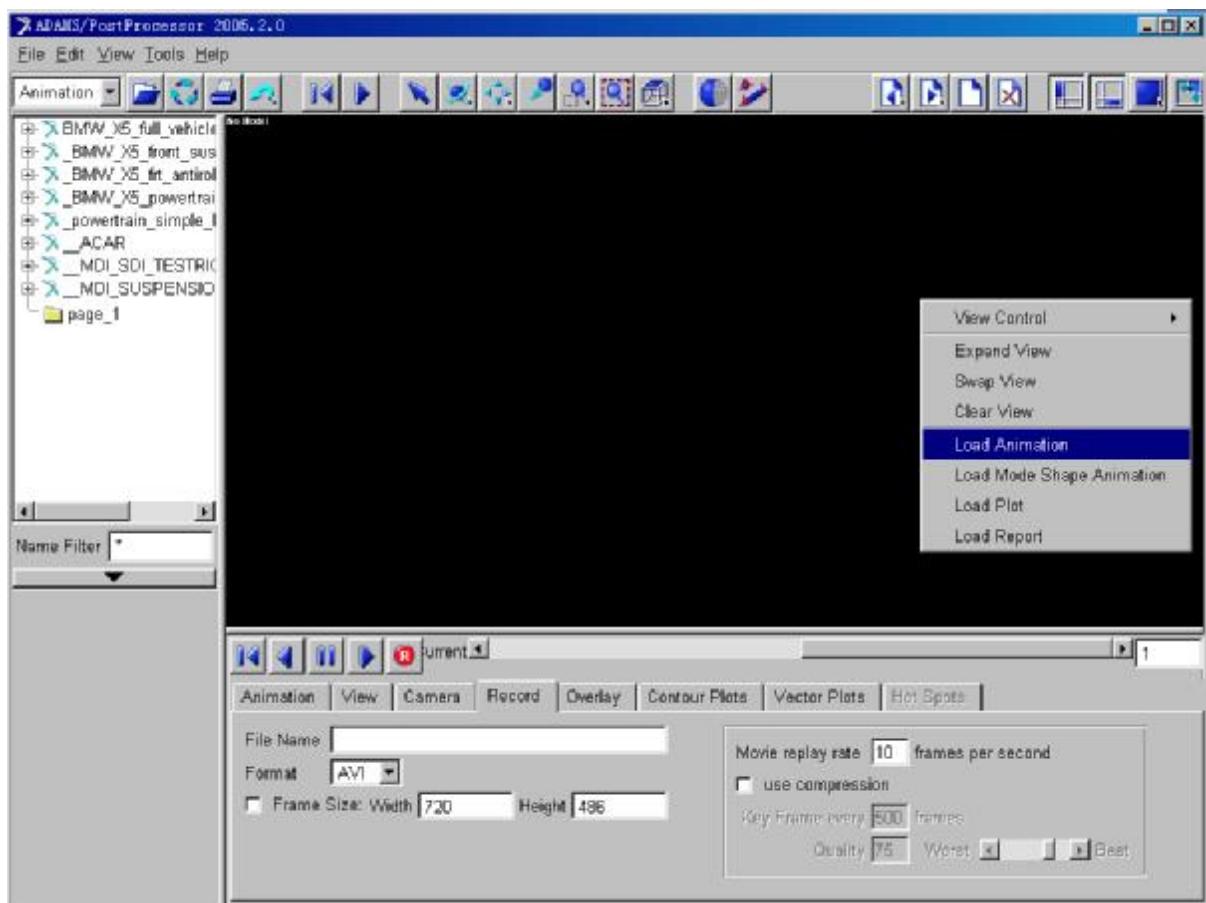
点击 Review>Postprocessing Window 或直接按 F8，进入后处理窗口。

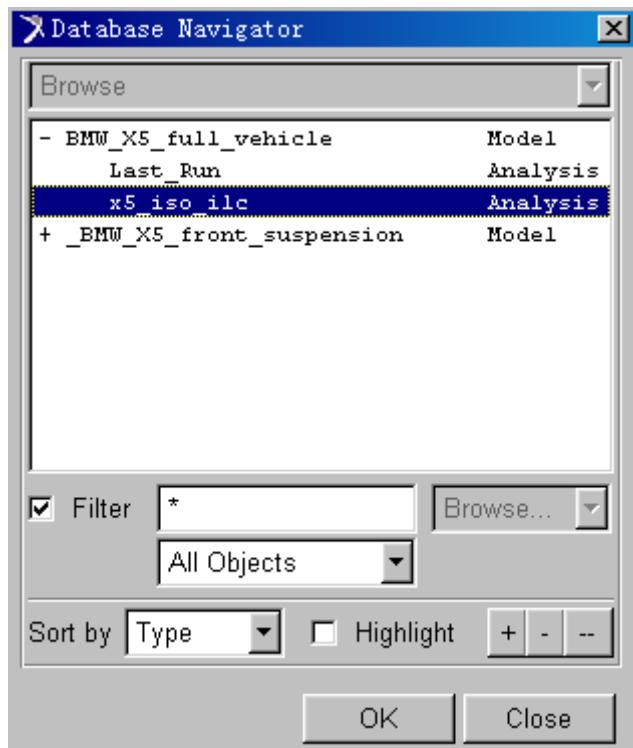


如图所示在后处理窗口点该下拉菜单，选择 Animation。

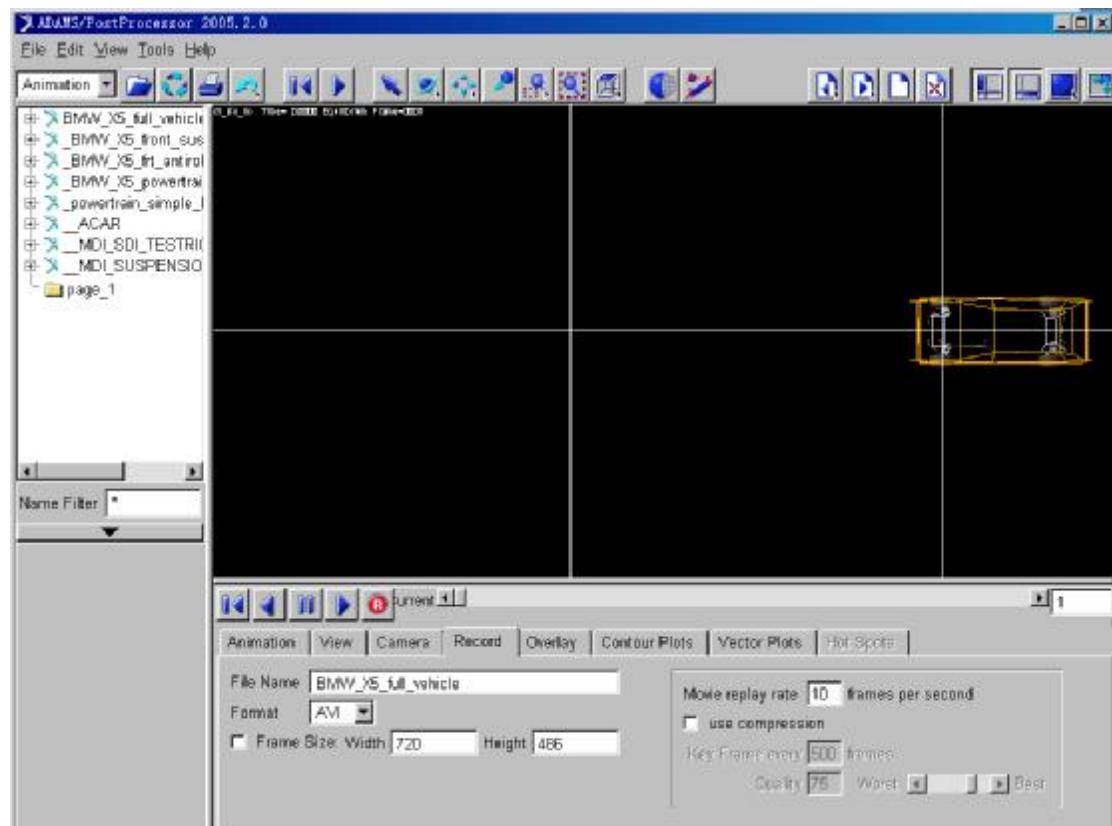


在中心屏幕上右击鼠标，选择 Load Animation，选择刚才的仿真 x5_i.so。





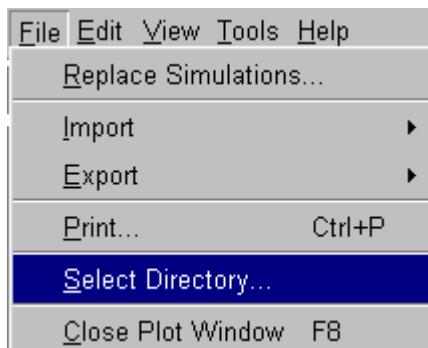
点击 OK，则仿真 x5_iso 被载入后处理窗口。



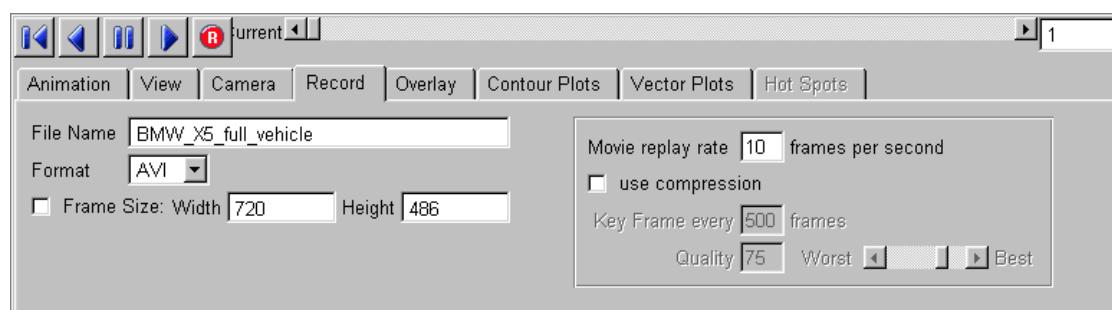
点击 中的播放按钮 可以播放动画。

11.4 录制动画演示

录制动画之前要先设定工作目录。从后处理菜单栏选择 File>Select Directory, 选定自己的 ADAMS 工作目录。



在动画控制栏里选择 Record 选项, 设置按默认值。



点击  开始录制, 再点击  开始播放, 动画开始后选择自己想要的截止的时机, 再次按  后录制结束。则该动画即被保存到自己设定的工作目录里。[播放演示](#)

11.5 整车仿真调试

整车仿真调试需要做很多工作, 比悬架仿真要有难度。在此给几点建议:

- 1) 首先要做好通讯器匹配工作, 确保各系统必要的通讯器连接畅通, 这是整车仿真成功的关键一步;
- 2) 最好输入实际的各部件质量和转动惯量, 避免使用过小的数值, 否则会导致过高的频率引入系统;
- 3) 衬套和弹簧数据尽量准确, 如果先期没有准确数值则要尽量将刚度设置的大一些, 能用刚性连接的地方尽量用刚性连接, 避免系统出现错误动作, 如: 转向节固定衬套如果刚度过小则会出现前轮异常扭转; 如果控制臂类衬套刚度不合适则会出现悬架大的变形走动; 如果弹簧刚度过小则会出现整车坍塌;
- 4) 避免使用固定副。如果两个或多个部件能合并成一个部件的话就不要使用固定副, 否则会增加系统不必要的方程数目; 如果必须用固定副则要尽量建在轻质部件的质心处;
- 5) 避免过大或过小的数字出现在系统中, 如 $e+23$, $e-20$;
- 6) 不要让积分器越过重要事件, 短时事件, 如脉冲, 可以通过设定最大时间步长 HMAX

小于脉冲宽度来解决；尽量使用 HMAX 来定步长积分；

- 7) 延伸样条曲线使其超过使用范围；
- 8) 避免冗余约束。ADAMS 会通过寻找转动枢轴来尝试消除冗余约束，而不去考虑其物理意义；
- 9) 站在物理的立场来理解机械系统；
- 10) 尽量引入阻尼（不能过大）到系统，这样可以消除振动；
- 11) 模型如果要做静平衡，在初始状态所有轮胎应该轻微穿透路面；
- 12) 在仿真不成功时要多看一下出错信息，从中发现错误所在。还有就是要多试探，多实践，从一次次尝试的过程中积累自己的经验，别人的经验自己是不会有深刻体会的。在此推荐一个不错的网站论坛，上面有别人在使用 ADAMS 的过程中遇到的各种问题及解决建议，可以去浏览学习一下：www.simwe.com。

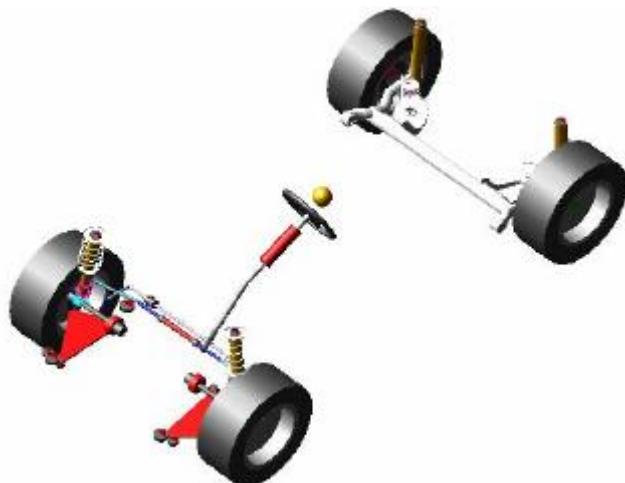
附例：

《XXX 整车分析报告》

1、分析说明

XXX后悬架为扭转梁形式，前衬套连线和后轴线形成的平面与地面的夹角分别为2.5deg、3deg、3.5deg，项目组提出对其进行悬架性能分析及整车稳态回转分析。本分析对XXX后悬架硬点位置的三种布置方案，分别建立了整车仿真模型并进行稳态回转分析，对各方案的分析结果进行对比。

2、整车模型建立



3、仿真结果

3.1 数据记录

根据 GB/T6323.6-94 规定，试验中必须测量的变量参数有横摆角速度、前进车速、和车身侧倾角，同时希望测量的变量参数有质心侧偏角、侧向加速度。

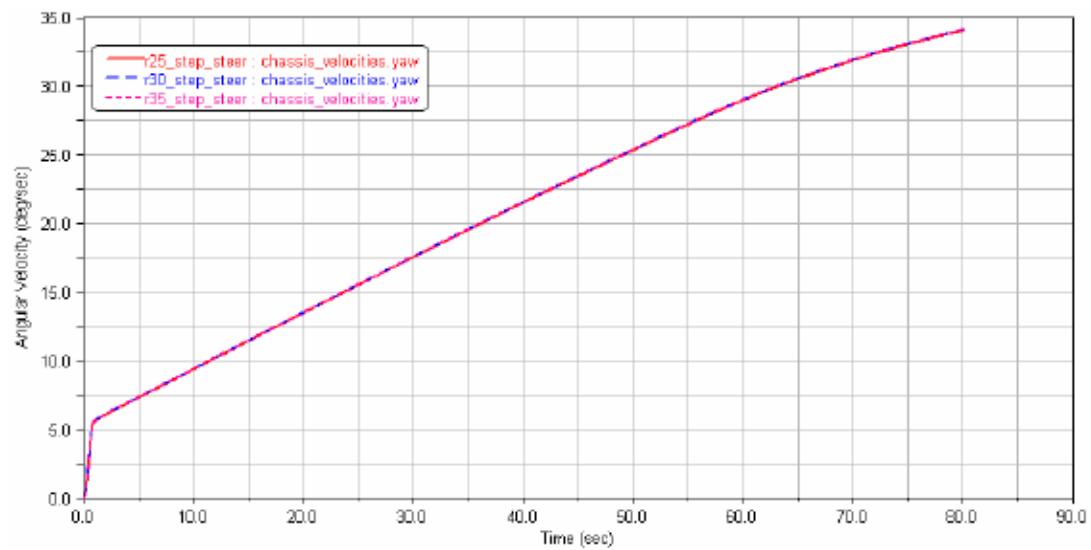


图3.1 横摆角速度

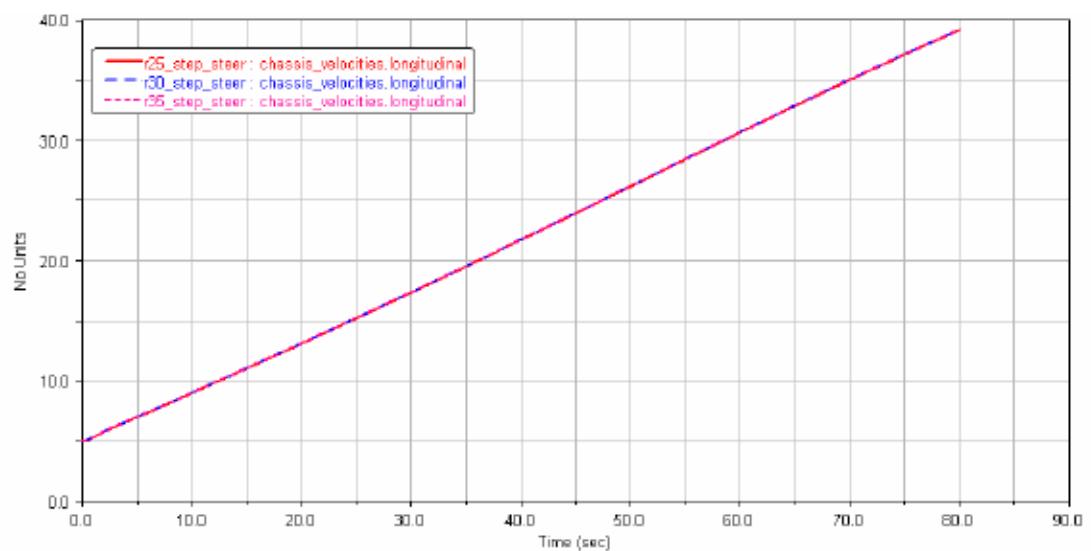


图3.2 前进车速

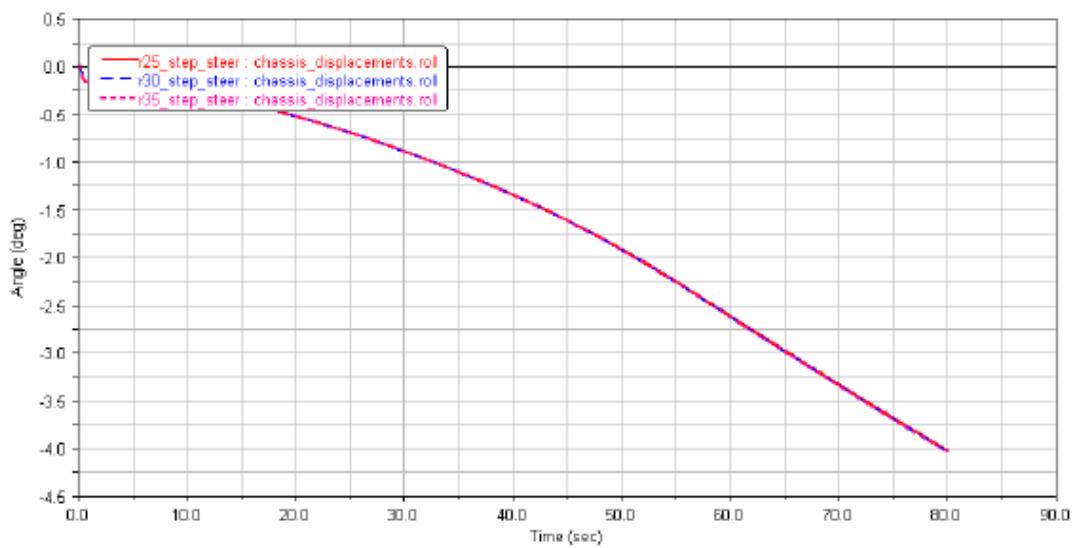


图3.3 车身侧倾角

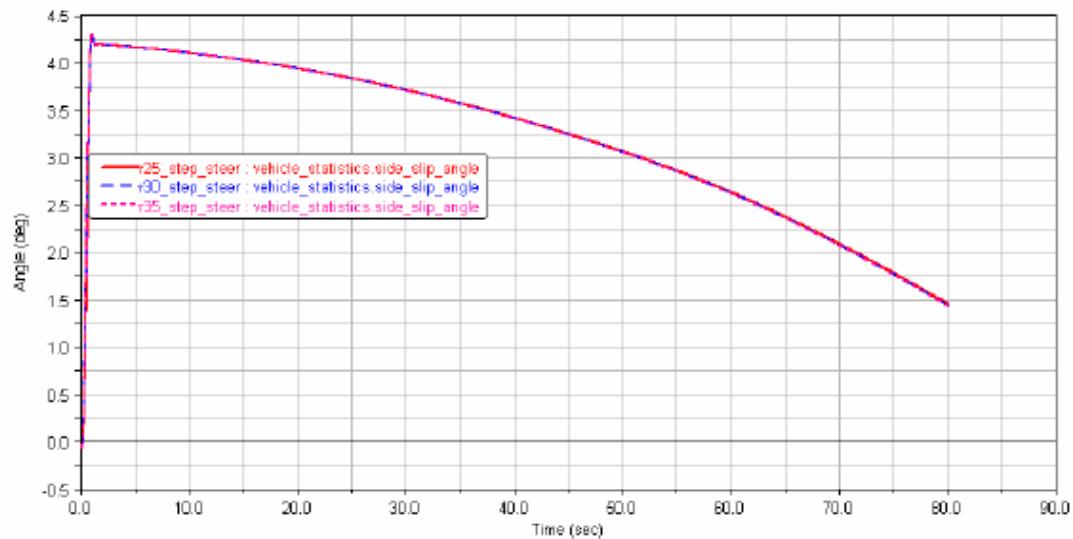


图3.4 质心侧偏角

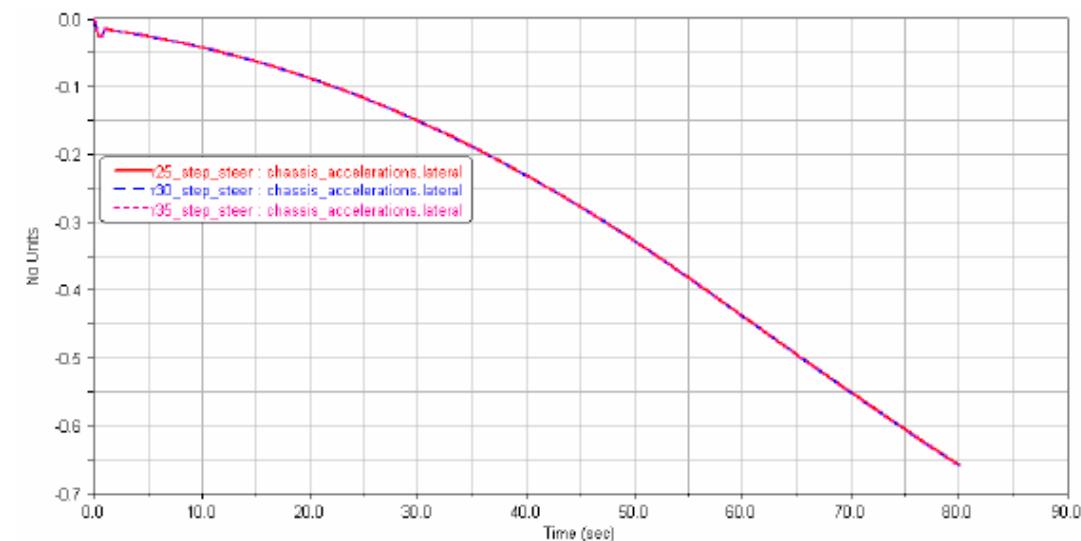


图3.5 侧向加速度

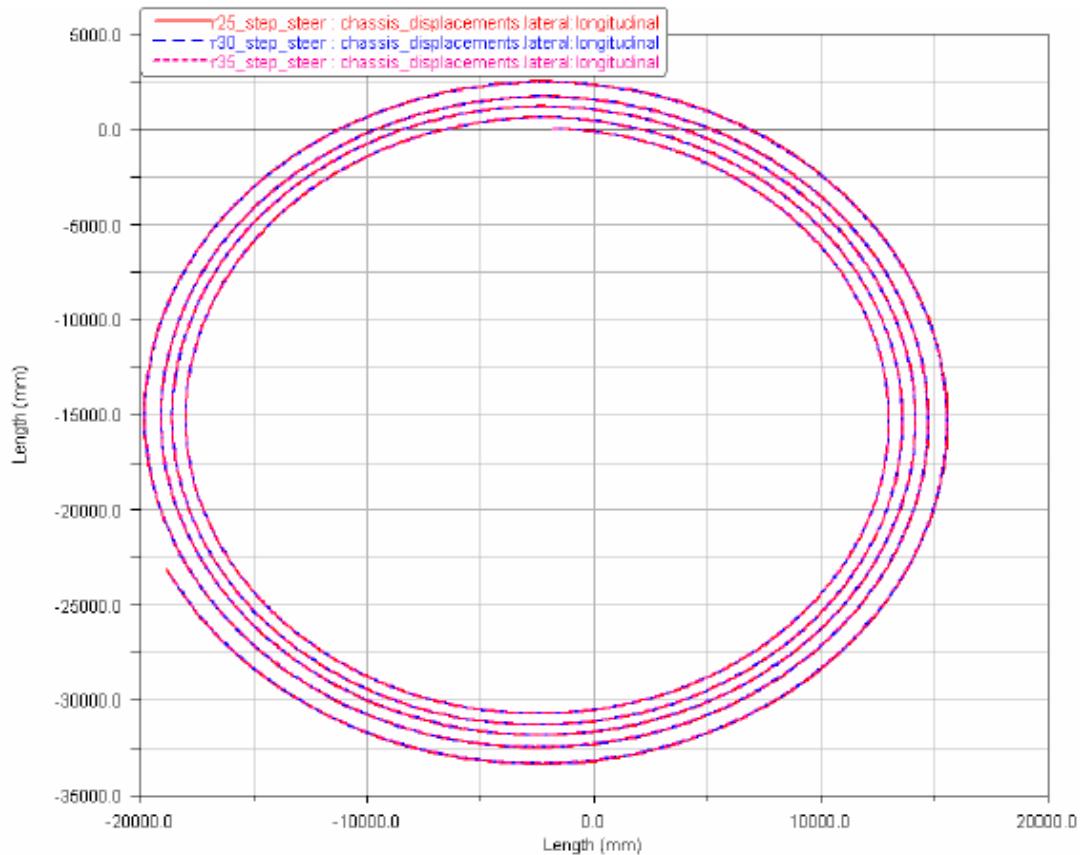


图3.6 质心运动轨迹

3.2 数据处理及结果表达

根据GB/T6323.6-94规定,对试验数据进行计算处理后(见公式2-1, 2-2),分别得到车辆转弯半径比、前后轴侧偏角差值、车身侧倾角与侧向加速度的关系曲线,并通过曲线获得中性转向点的侧向加速度、不足转向度U及车身侧倾度。

$$\text{转弯半径计算公式} : R_i = \frac{V_i}{r_i} \quad (2-1)$$

V_i : 第 i 点前进车速, m/s;

R_i : 第 i 点转弯半径, m;

r_i : 横摆角速度, rad/s;

$$\text{前后轴侧偏角差值计算公式} : \quad \delta_1 - \delta_2 = \frac{360}{2\pi} * L * \left(\frac{1}{R_0} - \frac{1}{R_i} \right) \quad (2-2)$$

δ_1 、 δ_2 ：前、后轴侧偏角，(°)；

L ：轴距，m；

R_0 ：初始半径，m；

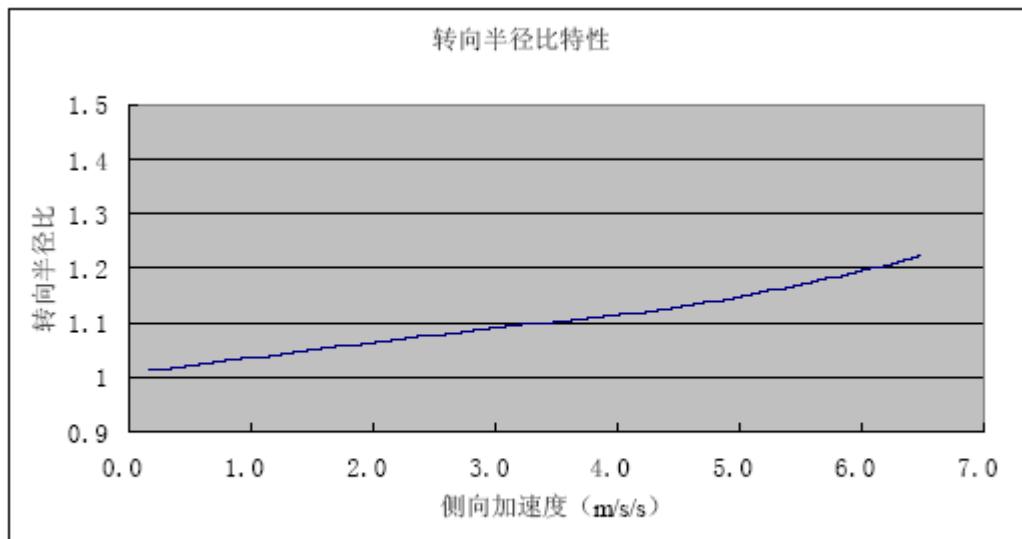


图3.7 车辆转弯半径比

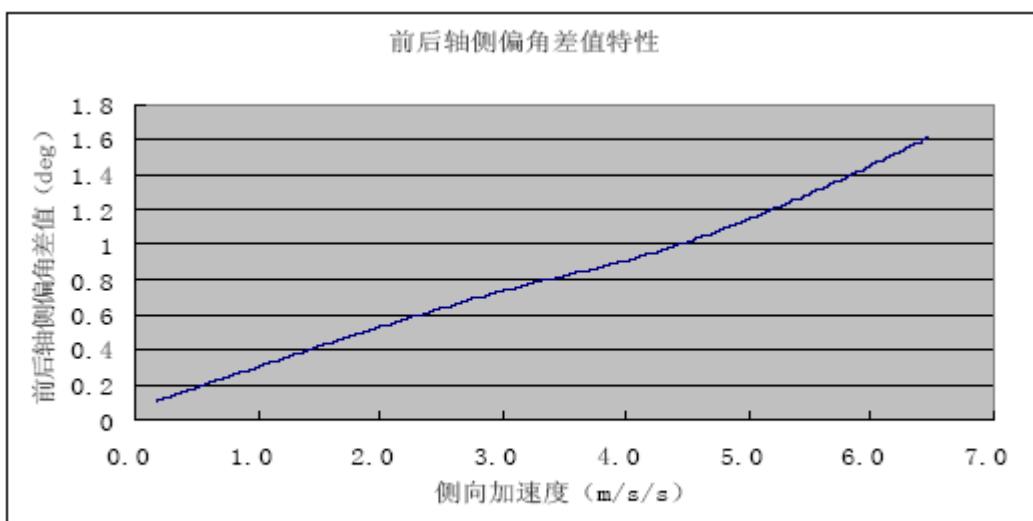


图3.8 前后轴侧偏角差值

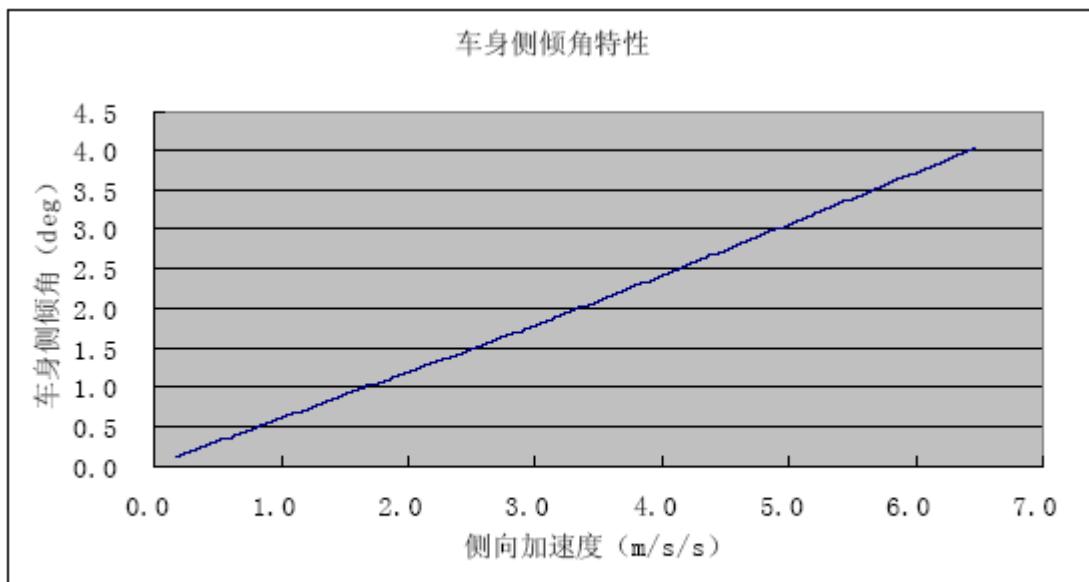


图3.9 车身侧倾角特性

表3.1 特性参数

参数	r25	r3	r35
中性转向点的侧向加速度 a_n , m/s^2			
不足转向度 U , $(^\circ)/\text{m/s}^2$	0.265	0.264	0.263
车身侧倾度 K_ϕ , $(^\circ)/\text{m/s}^2$	0.595	0.596	0.597

4、分析结论

- 不足转向度一般为0.4-1, 车身侧倾度为0.7-1.2deg, 值越低评分越高, XXX低于此指标;
- 从这个试验仿真分析可以得出, XXX三个方案的车辆都具有不足转向特性;
- 三种方案的操控性能差别不大。